

TB 水电工程碾压混凝土取长芯施工技术

彭林峰¹,李乃利²,宋西锋³,王 涛¹,廖保富¹

(1. 中国水利水电第八工程局有限公司,湖南 长沙 410004; 2. 华能澜沧江水电股份有限公司托巴水电工程建设管理局,云南 迪庆 674608; 3. 中国水利水电建设工程咨询西北有限公司,陕西 西安 710100)

摘要: TB 水电工程于 15 坝段 1 693.8 m 高程取出一根直径 250 mm、长度 26.5 m 的长混凝土芯样,芯样完整,表面光滑致密,层间结合良好。结合钻孔实际情况,对混凝土取长芯施工过程中的钻机选型、材料加工要求、钻孔过程控制等施工技术进行研究。结果表明:施工过程选用 GQ-60 型工程钻机;取芯范围内的碾压混凝土采用斜层碾压施工技术;取芯施工过程中应使用同一个钻头和扩孔器,钻头胎体硬度应与混凝土强度相匹配,混凝土强度应满足施工要求。

关键词: 碾压混凝土取芯; 钻孔; 施工技术; TB 水电工程

中图分类号: TV642.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7647(2024)S1-0144-03

Construction technique of roller compacted concrete coring in TB Hydroelectric Project //PENG Linfeng¹, LI Naili², SONG Xifeng³, WANG Tao¹, LIAO Baofu¹ (1. *Sinohydro Engineering Bureau 8 Co., Ltd., Changsha 410004, China*; 2. *Tuoba Hydroelectric Engineering Construction Management Bureau of Huaneng Lancang River Hydropower Inc., Diqing 674608, China*; 3. *China Northwest Water Conservancy & Hydropower Engineering Consulting Co., Ltd., Xi'an 710100, China*)

Abstract: A long concrete core sample with a diameter of 250 mm and a length of 26.5 m was taken from the 15 dam section at an elevation of 1 693.8 m in TB Hydropower Project. The core sample was intact, with a smooth and dense surface and good interlayer bonding. Based on the actual situation of drilling, research was conducted on the selection of drilling machines, material processing requirements, drilling process control, and other construction techniques during the construction process of the concrete long core. The results indicate that GQ-60 engineering drilling rig was selected for the construction process. The roller compacted concrete within the core range adopts inclined layer rolling construction technique. During the coring construction process, the same drill bit and reamer should be used, and the hardness of the drill bit body should match the strength of the concrete, which should meet the construction requirements.

Key words: roller compacted concrete coring; drill; construction technique; TB Hydropower Project

2023 年 9 月 5 日, TB 水电工程的大坝工程在 15 坝段 1 693.8 m 高程取出一根长 26.5 m 碾压混凝土芯样,芯样骨料分布均匀,表面光滑致密,结构完整,为目前碾压混凝土芯样长度世界第一,如图 1 所示。本次取芯利用碾压混凝土廊道层施工备仓间歇期进行,坝段随机选择在上游防渗区,取芯范围内的碾压混凝土采用斜层碾压施工技术,最近一仓碾压混凝土于 8 月 4 日收仓,芯样共包含 89 个热升层。本文结合钻孔实际情况,对混凝土取长芯施工过程中的钻机选型、材料加工要求、钻孔过程控制等施工技术进行研究和总结。

1 钻机和钻具选择

a. 钻机选择。 TB 水电工程碾压混凝土本次计



图 1 取出的芯样

作者简介:彭林峰(1989—),男,工程师,主要从事水利水电施工技术研究。E-mail:547118356@qq.com

划取芯孔径为 250 mm,选用 GQ-60 型工程钻机,该钻机采用龙门形结构,动力头上下滑动形式,钻压控制平稳、准确,强度大、刚性好,体积轻巧新颖,便于灵活操作和搬迁,适用于大口径孔钻进^[1]。

b. 钻具选择。钻具的外径应与钻头直径匹配,岩芯管壁厚应满足其丝口加工的要求^[2]。同时应保证钻具有足够大的内径,内径过小会增大管壁与岩芯之间的摩擦进而损坏岩芯。计划岩芯直径 250 mm,采用钻头及岩芯管直径 275 mm,钻孔岩芯管壁厚 10 mm,预先配备 36 m 岩芯管,计划孔深为 30 m 以内,所以全程未采用钻杆,岩芯管盖头直接与钻机立柱连接,有利于钻孔稳定。每一节钻具都应确保完整,避免使用弯曲变形的钻具。一个孔应全部采用同一批次、同一车工车丝的钻具,以确保钻具规格、尺寸相同,尽量保证钻孔过程中每一节钻具轴心位置相同,便于混凝土取芯。

c. 龙门架选择。一般情况下,取芯施工过程中起下钻的辅助塔架可采用三脚架或龙门架^[3],三脚架或龙门架的起重载荷应满足钻孔取芯的要求,其吊钩的高度应大于最长使用钻具及提引器 50 cm 以上。现场配置一根岩芯管,长度为 1.8 m。为确保起钻效率,考虑最高取 3 根岩芯管,搭设龙门架高度为 8 m。

2 试钻过程

试钻的目的是确定钻头胎体强度和取芯高程。混凝土取长芯施工过程应考虑以下因素:①施工过程中使用同一个钻头和扩孔器,不得随意更换;②钻头胎体硬度应与混凝土强度相匹配,钻头胎体硬度过大将导致进尺缓慢、钻孔跳钻等现象,钻头胎体硬度过小,则导致钻头磨损严重^[4],进而导致更换钻头,影响取芯;③混凝土强度应满足施工要求,避免钻孔过程中上部低强度混凝土掉块,扰动岩芯,导致岩芯断裂。

TB 水电工程拟在高程 1693.8 m 的备仓期间完成混凝土取芯工作,顶部混凝土龄期约 15 d 即开始取芯施工。为确定混凝土强度和钻头胎体强度是否满足要求,混凝土取芯正式施工前,在拟定孔位附近进行试钻,试钻需满足两个标准。第一,选择钻头胎体硬度标准:试钻 2~3 m,在低压、慢钻情况下进尺在 0.1 m/h 左右匀速,岩芯管不晃动为宜,观察岩芯管转动过程中,轴心偏移 0.5 cm 以内。第二,选择取芯高程标准:试钻 0.5 m,将岩芯取上来观察,外观无明显破损、掉块,用小铁锤轻轻敲击,混凝土有印记但未破碎、掉块,判定可以开始取芯;如发生破碎、掉块,则继续向下取 0.5 m 芯样重复上述操作,直至混凝土强度满足施工要求。

根据试钻情况,TB 水电工程最终确定混凝土取芯的钻头胎体强度和取芯高程。根据现场试钻情况,选择采用钻头胎体强度 HRC25,扩孔器和两用接头与钻头配套;取芯孔口高程确定为 1693.8 m,芯样顶部高程确定为 1693.2 m。

3 取芯施工过程

a. 钻机就位。孔位确定后进行钻机布置,根据孔位安放钻机机架,再根据机架的大小和摆放位置布置 4 个地锚,将机架调平并用地锚固定,最后用水泥砂浆将机架浇筑固定,以确保钻机稳固。

b. 开孔。开孔前应对钻机平整度和钻机立柱进行校核,确保钻孔立柱垂直度满足要求。开钻时应低压、慢钻,开钻后在 0~2 m 范围内应勤测量岩心管和钻机立柱的垂直度,一旦发现岩芯管或钻机立柱的垂直度偏差较大,应立即停止钻进,查明原因并采取措施后方可继续钻进。钻机平整度以及岩心管、立柱垂直度可采用 1.5 m 长水平尺进行校核。

c. 钻进过程控制。钻进过程中主要对钻压、转速进行控制。本次取芯过程中钻压、转速的控制原则为“钻进速度控制在 0.1 m/h 左右”。具体需注意的细节包括:①正常情况下,开低速档位的 1 挡或 2 挡,确保进尺匀速 0.1 m/h,钻具不出现异响、跳动情况不变档;②当钻孔过程中出现异响、钻具跳动情况,可能遇见混凝土粗骨料导致钻进困难,此时可适当提高转速,开 3 挡或者 4 挡,穿过粗骨料区域后,再转换回低速档位继续向下钻进;③随着孔深的增加,钻具和钻杆的重量也会增大,在钻压不变的情况下会导致孔底钻孔区域承受的压力逐渐增大,导致钻进速度逐渐增加,影响芯样的稳定,因此钻压应随孔深的增加不断调整。直径 250 mm 长芯样钻取时均采用反向减压钻进,反向减压的压力随孔深增加而加大,孔深每增加 5 m 反向压力变化 1~2 kN。

d. 孔斜控制。根据实际施工经验,混凝土长芯样孔钻孔的孔斜控制在 0.05% 以内为宜^[5]。孔斜太大会增加钻具内壁与岩芯的摩擦和对岩芯的扰动,岩芯就容易断裂,其外观质量也不能得到保证。

e. 起下钻。取长芯因历时较长,需进行多次起下钻操作,因此需要在起下钻过程中避免钻具扰动岩芯,导致岩芯的损坏。根据以往经验,起下钻应注意以下几点:①起下钻之前采用线坠吊线的方法检查龙门吊吊环与孔中心是否在同一垂线上,若有偏差,应及时调整吊环位置,测量时要防风吹和震动,尤其是侧向风吹;②起钻时,钻具应缓慢、匀速提升,提升速度太快容易造成钻具不稳定进而损坏岩芯,提升过程中应有专人在旁边扶持岩芯管,避免其晃

动;③下钻时,钻机的卷扬机应停止供应动力,靠钻具和钻杆的自重缓慢匀速下放,使用卷扬的刹车控制其下放速度,下放过程中应有专人在旁边轻扶岩芯管,避免其晃动;④钻具和钻杆拆卸时不得使用钻机反转,必须进行人工轻卸以避免损坏岩芯;⑤起下钻时应注意孔口保护,防止异物掉入孔内。

f. 顶断岩芯。钻孔至目标孔深后,需利用千斤顶及时将岩芯顶断。操作流程及注意事项为:①钻孔至目标孔深后,利用清水将孔内尤其是岩芯管内钻渣冲洗干净;②将孔内岩芯管全部取出;③在钻头内安装卡簧,卡簧的直径应与钻头、芯样直径匹配;④采用吊车将安装好取芯器的钻具整体下入孔内,钻具应沿钻孔的正垂线匀速缓慢下放,钻具下放过程中不得随意晃动,并应一次下放到位,不得向上提;⑤钻具下放到位后采用千斤顶加压向上提拔岩芯,根据千斤顶向上提拔力的变化判定岩芯是否拔断。

4 芯样安置

a. 岩芯安置平台搭建。长芯样的保存方式一般有直立式保存和水平式保存两种。其中,直立式保存方式的特点是操作简便且岩心管移除时对管内岩芯扰动小;水平式保存方式的特点是操作较复杂且岩心管移除时对管内岩芯扰动稍大,但展示效果更佳。TB 水电工程综合考虑现场条件,选择以直立式保存方式保存碾压混凝土长岩芯芯样。吊运岩芯前应提前搭建存放岩芯的支架,支架每隔 2 m 布置 1 个平台,支架外部固定布置一根槽钢,槽钢长度、宽度、垂直度应与岩芯相匹配,后续岩芯吊运至支架处与该槽钢利用铁丝固定。

b. 岩芯吊运。岩芯顶断后,立即采用缆机将岩芯管连同管内卡住的岩芯一起提出孔外并吊运至指定地点,缆机吊运过程中应尽可能将速度降至最低,做到低速、匀速前进,避免因缆机运行速度突变、过快导致芯样与岩芯管发生碰撞或破坏。本次取芯完成后,将岩芯吊运至左岸坝顶高程为 1 740.0 m 的平台部位进行存放。

c. 岩芯管移除。岩芯吊运至存放岩芯的支架槽钢处后,利用砂轮机将底部带有的卡簧钻头割除,割除长度约 30 cm 即可。随后利用缆机将岩芯管缓慢向上提离岩芯,上提岩芯管过程中,每隔 2 m 布置专人扶住岩芯,避免其晃动,并在岩芯管上提过程中

同步利用铁丝将岩心管固定在槽钢处。

d. 岩芯保护。岩芯从钻具中取出后应立即洒水进行养护,并对岩芯进行标识和拍照。若岩芯需要长期保存,可用桐油或清漆等均匀涂刷岩芯表面,以形成透明的保护膜防止岩芯发生裂缝。

5 结 语

混凝土长芯样钻取施工对施工机械的性能、各种钻孔材料加工的精度以及各环节操作控制的要求较高,任何一个方面达不到要求均会导致取芯失败。TB 水电工程的取芯过程设备选型以及施工操作均达到较高标准,取得芯样直径 250 mm、长度 26.5 m,骨料分布均匀,表面光滑致密,结构完整,为目前碾压混凝土芯样长度世界第一,对其他类似工程的取长芯施工具有借鉴作用。

参考文献:

[1] 蔺权. 混凝土长芯样钻取施工技术[J]. 西部探矿工程, 2006 (增刊 1): 337-338. (LIN Quan. Construction technology for drilling concrete long core samples [J]. West China Exploration Engineering, 2006 (Supl): 337-338. (in Chinese))

[2] 曹林. 阿海水电站碾压混凝土长心样取心技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40 (4): 65-67. (CAO Lin. Core sampling technology for roller compacted concrete of Ahai Hydropower Station [J]. Exploration Engineering(Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2013, 40 (4): 65-67. (in Chinese))

[3] 曾绍军, 孙志禹. 混凝土长样钻取与高精度骑缝钻孔技术[J]. 中国三峡建设, 2003 (4): 16-18. (ZENG Shaojun, SUN Zhiyu. Concrete long sample drilling and high-precision joint drilling technology [J]. China Three Gorges Construction, 2003 (4): 16-18. (in Chinese))

[4] 夏东海, 陈俊. 碾压混凝土钻孔取芯施工技术探讨[J]. 葛洲坝集团科技, 2007 (1): 58-60. (XIA Donghai, CHEN Jun. Exploration of core drilling construction technology for rolled concrete [J]. Gezhouba Group Technology, 2007 (1): 58-60. (in Chinese))

[5] 罗建锋. 浅析碾压混凝土钻孔取芯施工技术[J]. 科技资讯, 2010 (27): 110. (LUO Jianfeng. Analysis of core drilling construction technology for roller compacted concrete [J]. Science and Technology Information, 2010 (27): 110. (in Chinese))

(收稿日期: 2024 - 09 - 22 编辑: 王芳)